

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06194244 A**(43) Date of publication of application: **15.07.94**

(51) Int. Cl.

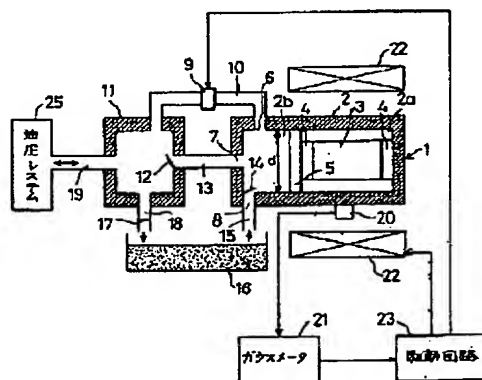
**G01L 9/16**(21) Application number: **05028219**(22) Date of filing: **17.02.93**(30) Priority: **06.11.92 JP 04297247**(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**(72) Inventor: **NAGATA TOMOYOSHI  
KANEDA TAKASUKE  
YONEDA OSAMU**(54) **PRESSURE SENSOR USING  
MAGNETOSTRICTIVE DEVICE**

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&amp;Japio

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To improve the reliability and integrate a pressure regulating actuator so as to simplify its system in a pressure sensor for detecting a fluid pressure by using a magnetostrictive device.

**CONSTITUTION:** A magnetostrictive device 3 is placed inside a housing 2 and fluid routes 10, 13 and 15 are prepared to communicate the space 2b within the housing 2 with a pressure control chamber 11 and a reserve tank 16. Further the space 2b is connected with the magnetostrictive device 3 while it is separated from a space 2a for arranging the magnetostrictive device 3, and a piston 5 is prepared in a manner to be slidable in the housing 2. In addition, a Hall element 20 is provided to detect the magnetizing condition in the longitudinal direction of the magnetostrictive device 3 and a coil 22 for applying a magnetic field is also provided to apply to the magnetostrictive device 3 the magnetic field having the same direction as that for making the piston 5 to slide.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-194244

(43)公開日 平成6年(1994)7月15日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 L 9/16

識別記号

庁内整理番号

7269-2F

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全12頁)

(21)出願番号 特願平5-28219

(22)出願日 平成5年(1993)2月17日

(31)優先権主張番号 特願平4-297247

(32)優先日 平4(1992)11月6日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 永田 伴喜

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 金田 敬右

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 米田 修

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

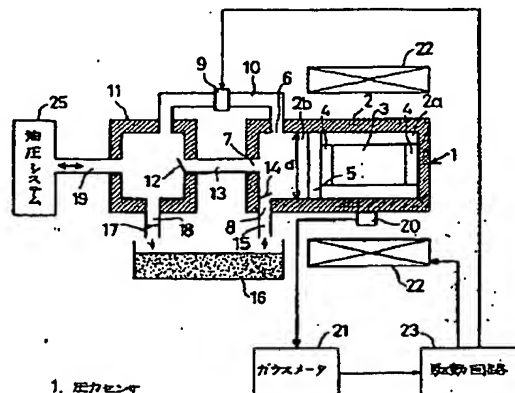
(74)代理人 弁理士 伊東 忠彦

(54)【発明の名称】 磁歪素子を用いた圧力センサ

(57)【要約】

【目的】 本発明は磁歪素子を用いて流体の圧力を検出する圧力センサに関し、信頼性の向上を図ると共に、圧力調整用アクチュエータを一体化してシステムの簡単化を可能とすることを目的とする。

【構成】 ハウジング2の内部に磁歪素子3を配設すると共に、ハウジング2の内部空間2bと圧力制御室11及びリザーブタンク16との連通を図る流体通路10、13、15を設ける。さらに、空間2bと、磁歪素子11の配設される空間2aとを分離しつつ磁歪素子3に連結し、かつ、ハウジング2内を摺動可能となるようにピストン5を設ける。また、磁歪素子3の長手方向の磁化状態を検出するホール素子20と、ピストン5が摺動可能な方向と同一方向の磁界を磁歪素子3に印加する磁界印加用コイル22を設ける。



1. 圧力センサ
2. ハウジング
3. 磁歪素子
4. ホール素子
5. ピストン
6. 液入口
7. 液出口
8. 液入口
9. 液出口
10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 流体通路
11. 圧力制御室
12. 14. 逆止弁
15. リザーブタンク
17. 液圧調整弁

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 流体室あるいは流体路との連通を図る連通口を有するハウジングと、

該ハウジング内に配設される磁歪素子と、

前記ハウジング内の空間を前記連通口を備える側と前記磁歪素子の配設される側とに分離しつつ前記磁歪素子に接触するように、かつ、前記ハウジング内を摺動可能となるように配設されるピストンと、

前記磁歪素子の磁化状態を検出する磁化状態検出手段とからなることを特徴とする磁歪素子を用いた圧力センサ。

【請求項2】 前記磁歪素子に前記ピストンが摺動可能な方向と同一方向の磁界を印加する磁界印加手段を備えることを特徴とする請求項1記載の磁歪素子を用いた圧力センサ。

【請求項3】 流体室あるいは流体路との連通を図る連通口と排出口とを有するハウジングと、

該ハウジング内に配設された磁歪素子と、

該磁歪素子の磁化状態を検出する磁化状態検出手段と、

前記磁歪素子を伸縮させるように磁界を印加する磁界印加手段と、

前記連通口と前記排出口との間に配設されると共に、磁歪素子の伸縮により開閉する弁部と、

を備えることを特徴とする磁歪素子を用いた圧力センサ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は磁歪素子を用いた圧力センサに係り、特に磁歪素子を用いて流体の圧力を検出する圧力センサに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、流体の圧力を検出する圧力センサとして、圧力により変形する部分に非晶質磁性合金を固着して、その非晶質磁性合金の透磁率変化に着目して圧力を検出する圧力センサが知られている（特開平2-21233号公報）。

【0003】 上記公報記載の圧力センサは、検出すべき圧力が印加される方向を長手方向とする軸に非晶質磁性合金を固着して、印加される圧力に応じた歪みを非晶質磁性合金に生じさせるものである。そして、非晶質磁性合金に所定の磁界を印加すると共に、自己に生ずる歪みに応じた変化を示す非晶質磁性合金の透磁率を検出することにより印加された圧力を検出する構成である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記従来の構成の圧力センサは、圧力により変形する部分（上記軸）と非晶質磁性合金とを固着することを構成要件としており、センサに何らかの圧力が印加されている限り常に、軸と非晶質磁性合金との固着部分に応力が加えられることになる。このため、その固着部分に剥がれが生じ易

く、センサとしての信頼性に難点があるという問題があった。

【0005】 また、このようなセンサを、例えばベルトのテンションを適切な値に維持するための油圧システムに使用するような場合は、圧力センサと別個に油圧調整用のアクチュエータを設ける必要がある。このため従来このような圧力センサを使用するシステムの多くは、圧力センサと圧力調整用アクチュエータとを独立に備える構成を採り、システムの複雑化による高コスト化を招いていた。

【0006】 本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、圧力検出時に加えられる応力により剥がれを生ずる可能性を有する固着部を廃止して信頼性の向上を図ると共に、圧力調整用アクチュエータを一体化して上記のようなシステムの単純化を可能とする磁歪素子を用いた圧力センサを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 以下の構成による磁歪素子を用いた圧力センサにより、剥がれを生ずる可能性を有する固着部を廃止することができる。

【0008】 請求項1の発明は、ハウジングの内部に磁歪素子を配設する。

【0009】 また、ハウジングの内部空間と流体室あるいは流体路との連通を図る連通口を設ける。

【0010】 さらに、ハウジングの内部空間を連通口を備える側と磁歪素子の配設される側とに分離しつつ磁歪素子に連結し、かつ、ハウジング内を摺動可能となるようにピストンを設ける。

【0011】 そして、磁歪素子の磁化状態を検出する磁化状態検出手段を設ける。この場合、請求項2の発明のように、ピストンが摺動可能な方向と同一方向の磁界を磁歪素子に印加する磁界印加手段を設けることにより、圧力調整用アクチュエータの一体化が可能となる。

【0012】 請求項3の発明は、ハウジングの内部に磁歪素子を配設する。

【0013】 また、ハウジングの内部空間と流体室あるいは流体路とを連通する連通口と排出口とを設ける。

【0014】 さらに、磁歪素子の磁化状態を検出する磁化状態検出手段を設ける。

【0015】 さらにまた、磁歪素子を伸縮させるように磁界を印加する磁界印加手段を設ける。

【0016】 そして、連通口と排出口との間に、磁歪素子の収縮により開閉する弁部を配設する。

【0017】

【作用】 上記構成の請求項1の磁歪素子を用いた圧力センサにおいて、圧力を検出すべき流体は、前記連通口を介して前記ハウジングの内部空間に導入される。このようにして導入された流体は、前記ピストンにより遮断され、前記ハウジング内の前記磁歪素子が配設される空間には進入しない。

【0018】従って、前記ピストンの両側には流体の圧力に相当する差圧が生じる。このため前記ピストンは、前記ハウジング内を前記磁歪素子方向に移動して、流体の圧力に応じた力で前記磁歪素子を圧縮する。そして、前記磁歪素子はその特性上、前記ピストンに加えられた力に応じた磁化を示す。

【0019】このため、前記磁化状態検出手段は、前記磁歪素子の磁化状態を検出することにより、流体の圧力を検出する。この際、流体の圧力は、前記ピストンを前記磁歪素子に押しつけて前記磁歪素子を圧縮する方向にのみ作用し、構成部材の剥がれ等の原因となることはない。

【0020】また、請求項2の前記磁界印加手段は、前記磁歪素子に前記ピストンが撓動できる方向と同一方向の磁界を印加する。このため、前記磁歪素子にはその磁界に応じた磁気歪が生じ、前記ピストンが撓動できる方向と同一の方向に伸縮する。前記ピストンはこの伸縮に伴って前記ハウジング内を撓動し、前記連通口を備える空間の体積を変化させる。従って、流体を使用する系内の圧力が調整される。

【0021】上記構成の請求項3の磁歪素子を用いた圧力センサにおいて、圧力を検出すべき流体は前記連通口を介してハウジング内に導入される。そして、この導入された流体の圧力に応じた力で磁歪素子は圧縮され、この圧力に応じた磁化を示す。そしてまた、この磁歪素子の磁化状態を前記磁化状態検出手段によって検出することにより、流体の圧力が検出される。また、磁界印加手段による磁歪素子への磁界の印加・非印加によって該磁歪素子が伸縮して弁部が開閉され、流体を使用する系内の圧力が調整される。

【0022】従って流体の圧力は磁歪素子を圧縮する方向にのみ作用すると共に流体の圧力は所定の圧力値に保持される。

【0023】

【実施例】図1は、本発明に係る磁歪素子を用いた圧力センサの一実施例の構成図を示す。図1中、符号2は本実施例の圧力センサ1のハウジングを示す。このハウジング2の内部には、磁歪素子3、永久磁石4、ピストン5が配設されている。

【0024】磁歪素子3は、磁界が印加されるとその磁界の向きと同一の方向に磁気歪を生じると共に、機械的応力が印加されると、素子の磁化状態を変化させ、応力の向きと同一方向に発する磁束を変化させる素子である。そして、この磁歪素子3は、その長手方向の端部に配設されている永久磁石4を介してハウジング2及びピストン5に連結している。尚、本実施例においては、特に磁歪率の大きいことで知られる正の磁歪材料 $Tb_{0.9} Dy_{0.1} Fe_{0.9}$ 、または負の磁歪材料 $SmFe_{0.9}$ からなる超磁歪素子を使用している。

【0025】ピストン5は、磁歪素子の長手方向と同一

の向きにハウジング2の内部を撓動することができると共に、ハウジング2の内部空間を2つの空間に区分している。区分された空間のうち、一方の空間2aには上記した通り磁歪素子3及び永久磁石4が配設される。そして、他方の空間2bは、ハウジング2に設けられた流体の流入口6、流出口7、補給口8を介して流体室あるいは流体路に通じている。尚、これら流体の流入口6、流出口7、補給口8は、前記した連通口に相当する。

【0026】流体の流入口6は、オンオフ弁9を有する流体通路10を介して、また、流体の流出口7は、逆止弁12を備える流体通路13を介して圧力制御室11に連通している。この逆止弁12は、ハウジング2内の空間2bから圧力制御室11への流れのみを許容する一方弁である。

【0027】そして、流体の補給口8は、逆止弁14を備える流体通路15を介して流体のリザーブタンク16に連通している。この逆止弁14は、リザーブタンク16からハウジング2内の空間2bへの流れのみを許容する一方弁である。

【0028】リザーブタンク16は定圧開放弁17を備える流体通路18を介して圧力制御室11に連通されている。尚、この定圧開放弁17は、圧力制御室11の内圧が所定の圧力を越えた場合に開弁し、圧力制御室11内の流体をリザーブタンク16へ排出することにより、圧力制御室11の内圧を適正な値に保持するための弁である。

【0029】従って、オンオフ弁9が開弁している場合、流体は流体通路10を通してハウジング2内の空間2bと圧力制御室11との間を自由に行き来することができ、それらの空間は互いに導通した状態に保持される。これに対してオンオフ弁9が開弁している場合は、逆止弁12、14の作用により流体の流れ得る方向が規制され、定圧開放弁17が開弁しない限り流体はリザーブタンク15から空間2bへ、また空間2bから圧力制御室11へ流れ得るのみである。

【0030】圧力制御室11は、上記のように圧力センサ1内の空間と連通すると共に、流体通路19を介して、安定した流体圧力が要求される油圧システム25、例えば各種駆動ベルトのテンショナー等の油圧室に導通している。

【0031】また、図1中、符号20は前記した磁化状態検出手段に相当するホール素子を示す。このホール素子11は磁歪素子3の長手方向と同一方向の磁束密度を検出するように配設され、その検出値をガウスメータ21に出力する。

【0032】符号22は、前記した磁界印加手段に相当する磁界印加用コイルを示す。この磁界印加用コイル22は、その中心に磁歪素子3が位置するように、また、その軸方向が磁歪素子3の長手方向と一致するように配設されている。従って、磁界印加用コイル22に電流を

5

流すことにより発生する磁界は、磁歪素子 3 に長手方向の磁気歪を生じさせるように作用する。

【0033】ここで、磁界印加用コイル 2 2 及びオンオフ弁 9 は、共に駆動回路 2 3 に接続されており、駆動回路 2 3 から供給される駆動信号に応じて所定の磁界を発生し、または流体通路 1 0 の導通を制御している。

【0034】以下、上記した本実施例装置の動作について説明する。尚、初期段階においてハウジング 2 内の空間 2 b 及び圧力制御室 1 1 内は、流体により適当な圧力で満たされ、かつオンオフ弁 9 は開弁しているとする。

【0035】空間 2 b に流体が満たされている場合、ピストン 5 はその圧力により空間 2 a 側に押圧される。ピストン 5 は、上記したようにハウジング 2 内を所定方向に摺動できるため、この押圧力により磁歪素子 3 を圧縮する方向に変位し、流体の圧力と磁歪素子 3 の反作用力とが釣り合う位置まで移動する。

【0036】つまり、磁歪素子 3 には流体の圧力に応じた応力が印加されることになり、磁歪素子 3 の長手方向にその応力に応じた歪が発生する。一方、上記したように磁歪素子 3 は、自己に生じた歪に応じて磁化状態を変化させる素子である。従って、このような歪が発生した場合、磁歪素子 3 から発せられる長手方向の磁束密度は印加された応力に応じた変化を示す。

【0037】図 2 は、本実施例において磁歪素子 3 に印加される圧縮応力と、磁歪素子 3 から発せられる磁束密度の変化をホール素子 2 0 及びガウスメータ 2 1 で測定した結果との関係を表すグラフを示す。同図に示すように、圧縮応力が 0 ~ 2. 0 kgf/mm<sup>2</sup> 程度の範囲においては、磁歪素子 3 に印加する圧縮応力と、ホール素子 2 0 が検出する磁束密度との関係はほぼリニアな関係を示し、磁束密度は 0 ~ 2. 0 G 程度の変化を示す。

【0038】尚、本実施例における永久磁石 4 は、磁歪素子 3 に予めバイアス磁界を印加して、圧縮応力と磁束密度変化との関係を上記図 2 に示すような良好な関係とするために設けられている。

【0039】すなわち、図 3 に示す磁歪素子 3 の初磁化特性から判るように、磁歪素子 3 から発せられる磁束密度は、バイアス磁界が 0 付近である場合変化が緩やかである。これに対して適当なバイアス磁界 H<sub>m</sub> の付近における磁束密度は、急激な変化を示す。

【0040】従って、磁歪素子 3 の磁化状態を大きく変化させ圧力センサとしての精度を向上させるためには、適当なバイアス磁界 H<sub>m</sub> を予め印加しておく必要が生じ、本実施例においては、このバイアス磁界を磁歪素子 3 の両端に配設した永久磁石 4 により生じさせている。このため、磁歪素子 3 は、僅かな圧縮応力の変化に対して磁束密度を大きく、かつ、ほぼリニアに変化させ、上記図 2 に示すような良好な特性を示している。

【0041】このように、本実施例においては、オンオフ弁 9 を開弁させておくことにより、圧力制御室 1 1 内

6

の圧力をハウジング 2 内の空間 2 b に導くと共に、その圧力を、磁歪素子 3、ホール素子 2 0 及びガウスメータ 2 1 により精度良く測定することができる。

【0042】また、上記したように本実施例は、流体によりピストン 5 及び永久磁石 4 を介して磁歪素子 3 を圧縮する構成であり、何れの部位にも剪断応力等の信頼性上問題となるような応力が発生しない。従って、上記した従来構成の圧力センサでは、圧力により歪を生ずる軸と、その軸に固着される非晶質磁性合金との間に剥離が生じ易かったのに対して、本実施例によればこのような不具合の回避が可能となる。

【0043】さらに、従来より圧力センサ等に広く応用されているチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) 等の圧電素子を用いる際に必要とされる信号線をハウジング 2 の内部から引き出す必要がない。従って、PZT を用いる構成と比べて、信号線の引出し穴における流体漏れの防止機構等が不要となり、構成が単純になることに加えて画期的な組み付けの容易化が図れる。

【0044】ところで、本実施例の圧力センサ 1 及び油圧システム 2 5 の環境温度が上昇したような場合、圧力センサ 1 及び油圧システム 2 5 の系内に存在する流体が熱膨張する。内部に存在する流体が膨張すると、圧力制御室 1 1 並びに空間 2 b 内の圧力は上昇する。そして、この圧力が定圧開放弁 1 7 の開弁圧を越えると、流体通路 1 8 を通って圧力制御室 1 1 からリザーブタンク 1 6 に向けて流体が排出される。

【0045】流体の排出により圧力制御室 1 1 内の圧力が低下して定圧開放弁 1 7 の開弁圧より低くなると、再び流体通路 1 8 が遮断され、圧力制御室 1 1 及び空間 2 b がリザーブタンク 1 6 から切り離される。

【0046】この状態から圧力センサ 1 及び油圧システム 2 5 の環境温度が下がると、圧力制御室 1 1 及び空間 2 b 内に存在する流体が収縮し、油圧システム 2 5 に供給される流体圧力が低下することになる。

【0047】ところで、このような油圧システム 2 5 において圧力センサ 1 を設けるのは、多くの場合、系内の圧力を監視して、圧力の低下を検出した際には流体圧力の増圧を行うためである。従って、従来このようなシステムには、圧力センサと別個に増圧用のアクチュエータが設けられていた。

【0048】ところで、本実施例の磁歪素子 3 は、上記したように磁界印加コイル 2 2 により磁界を印加されることにより長手方向に歪を生ずる。この際、磁歪素子 3 には上記図 3 に示すようにバイアス磁界 H<sub>m</sub> が印加されている。従って、磁界印加コイル 2 2 によりバイアス磁界 H<sub>m</sub> を強める方向の磁界とバイアス磁界 H<sub>m</sub> を弱める方向の磁界とを交互に印加すれば、磁歪素子 3 は、バイアス磁界 H<sub>m</sub> が印加されている時の全長を中心として長手方向に伸縮することになる。

【0049】つまり、駆動回路 2 3 から磁界印加用コイ

50

ル22に対して交流電流を供給すれば、その交流電流の周期に合わせて磁歪素子3が伸縮を繰り返すことになる。従って、仮にその振幅を $\Delta L$ 、ピストン5の直径を $d$ とすると、磁歪素子3の1サイクルの伸縮により $\Delta V = \Delta L \cdot \pi \cdot d^2 / 4$ で表される体積変化が、空間2aに生ずる。

【0050】本実施例においては、ピストン5の直径 $d = 10\text{mm}$ 、全長 $L = 50\text{mm}$ 、交流磁界を与えることによる磁歪率 $\lambda = 1000\text{ppm}$ であるため( $\Delta L = L \cdot \lambda$ )、空間2bには1サイクルの伸縮により $3\text{mm}^3$ の体積変化が生ずる。

【0051】そこで、圧力センサ1は、この体積変化を利用してポンプを構成し、圧力制御室11及び空間2bの内圧が低下した際にその圧力を増圧することができる構成としている。すなわち、駆動回路23はホール素子20及びガウスメータ21を用いて磁歪素子3の磁化状態から流体の圧力を監視し、圧力の低下を検出したら先ず、オンオフ弁9を閉弁する。次に、磁界印加用コイル22に所定の交流電流を供給する。これに伴って、磁歪素子3は上記した通り伸縮を始める。

【0052】磁歪素子3が縮状態から伸状態に移行する場合、ピストン5の移動に伴って上記したように空間2bの体積は $3\text{mm}^3$ 減少する。この際、 $3\text{mm}^3$ の流体が空間2bから排出されることを要するが、流体通路10はオンオフ弁9により遮断されている。また逆止弁14の作用により流体が空間2bから流体通路15へと流れ出ることはできない。従って、空間2bの体積減少分の $3\text{mm}^3$ は、全て流体通路13を通して圧力制御室11内に流入することになる。

【0053】磁歪素子3が伸状態から縮状態に移行する場合は、上記の場合と反対に空間2bの体積が $3\text{mm}^3$ 増加する。従ってこの場合は、 $3\text{mm}^3$ の流体が空間2b内に導入されることを要する。

【0054】今度は逆止弁12、14が上記の場合とそれぞれ逆に作用する。すなわち、逆止弁12が流体が圧力制御室11から空間2bへ流れるのを阻止するため、流体は流体通路15を通してリザーブタンク16からのみ空間2bに流入する。従って、圧力制御室11内の流体は外部に流出することがなく、その内圧は $3\text{mm}^3$ の流体が流入したことにより増圧された状態のまま保持される。

【0055】つまり、オンオフ弁9を閉じた状態で磁界印加コイル22に交流電流を供給すると、その交流周期に合わせて磁歪素子3が伸縮する度に $3\text{mm}^3$ の流体がリザーブタンク16から圧力制御室11に流入することになり、油圧システムの系内における圧力が徐々に増圧される。

【0056】このように本実施例の圧力センサ1は、高い信頼性の下に精度よく流体の圧力を検出することができることに加えて、油圧システム25の系内圧力が低下

した際にはその圧力を増圧するためのアクチュエータとしても機能し、従来の圧力センサを用いるシステムのようには別に増圧用のアクチュエータを設ける必要がない。

【0057】尚、磁歪素子3を増圧用のアクチュエータとして使用している場合、すなわち磁界印加用コイル22から交流磁界が発せられている場合は、ホール素子20には磁歪素子3が発する磁束と磁界印加用コイルが発する磁束とが重畳された状態で印加される。

【0058】そこで、この場合はホール素子20及びガウスメータ21により検出される磁束から、磁界印加用コイル22から発せられる磁束を差し引く補正を行うと共に、磁歪素子3の最伸時等予め設定した時期の磁束密度を取り込むことにより圧力制御室11内の圧力を検出することが可能となる。

【0059】この際、磁界印加用コイル22から発せられる磁束は、磁界印加用コイル22に流れる電流値に基づいて行っても、また、磁界印加用コイル22の外側に更に磁界検出用のピックアップコイルを設けて、そのピックアップコイルで検出した磁束に基づいて行ってもよい。

【0060】また、このような機構が設けられない場合は、磁界印加用コイル22による磁界の印加時期と、ホール素子20による磁束の検出時期とを僅かにずらすか、所定時間毎に磁界の印加を停止すると共に磁束の検出を行うことにより、ホール素子20及びガウスメータ21により検出される磁束に磁界印加用コイル22から発せられる磁界が重畳されるのを防止する構成としても良い。

【0061】尚、このように増圧動作と圧力検出動作とを時期的に分離して行う構成としても、圧力制御室11内の圧力が所定の圧力に達した場合には定圧開放弁17が開弁するため、油圧システムの系内圧力が過大になることはなく、信頼性上の問題は生じない。

【0062】図4は、本発明に係る圧力センサの他の実施例の構成図を示す。本実施例の圧力センサ31は、前記した磁化状態検出手段としてピックアップコイル32を用いている点に特徴を有している。尚、図4において図1と同一の構成部分については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0063】図4中、符号32は本実施例の要部であるピックアップコイルを示す。ピックアップコイル32は、その中心に磁歪素子3が位置するように、ハウジング2と磁界印加用コイル22との間に配設される。従って、磁歪素子3から発せられる磁束の長手方向の成分が変化すると、その変化に伴ってピックアップコイル32には誘導起電力が発生する。

【0064】ピックアップコイル32を構成する巻き線の両端は、積分器・電圧計33に接続されている。この積分器・電圧計33は、ピックアップコイル32に発生

した誘導起電力  $v$  ( $v = -dB/dt$ ) を積分して、その積分値を電圧値  $V$  として ( $V = -\int dB/dt \cdot dt$ ) 出力する回路である。

【0065】つまり、ハウジング2内の空間2b内の圧力変化に伴って磁歪素子3の長手方向の磁化状態が  $B_0 \rightarrow B_1$  に変化すると、積分器・電圧計33には  $V = B_1 - B_0 = \Delta B$  ( $\int dB$ ) に対応した電圧が現れることになる。従って、上記図1におけるガウスメータ21の変わりに積分器・電圧計33の出力を監視することにより磁歪素子3の磁化状態の検出が可能となる。

【0066】尚、流体圧力の増圧機構については上記図1に示す実施例の場合と全く同様に動作し、本実施例においても適宜油圧システム25に供給する流体の圧力を増圧することができる。

【0067】このように本実施例によれば、上記の実施例と同様に高信頼性、高精度の下に圧力検出を行うことが可能で、かつ、増圧用アクチュエータを一体で構成することができる。ただし、増圧用アクチュエータとしての機能が必要とされない場合、すなわち単に系内の圧力検出ができれば用が足りる場合には、上記図1、図4における磁界印加用コイルを省いた構成としてもよい。

【0068】また、上記実施例においては、2つの永久磁石4で磁歪素子3を挟み込むことによりバイアス磁界  $H_m$  を作りだし、ホール素子20を磁歪素子3の側面に配設する構成に限定しているが、これに限るものではない。

【0069】例えば、図5に示すように、永久磁石4と磁歪素子3との間に、磁芯用珪素鋼板、パーマロイ、バメジュール等からなる軟磁性体42を挟んで永久磁石4から発せられる磁束が効率よく磁歪素子3に導かれる構成としてもよい。更に、この永久磁石4は必ずしも2つ設ける必要はなく、磁歪素子3の一端に設けるだけでもよい。

【0070】ところで、図6に示す圧力センサ51のように磁界印加用コイル22を備える構成の場合には、磁歪素子3の両端に永久磁石4を配設する変わりに、バイアス磁界  $H_m$  を磁界印加用コイル22で印加する構成としてもよい。すなわち、磁界印加用コイル22に常時バイアス電流  $I_b$  を供給し、磁歪素子3を伸縮させるときはそのバイアス電流  $I_b$  を中心として所定の振幅で変動する電流を供給する構成とすればよい。

【0071】またホール素子20は、あくまでも磁歪素子3から発せられる磁界の長手方向の成分を検出することができれば足りる。従って、ホール素子20の指向性を考慮して配設すれば、図6に示すように磁歪素子の延長上に配設する構成としてもよい。

【0072】図7は、本発明に係る圧力センサの更に他の実施例の構成図である。尚、図7において図1及び図2と同一の構成部分については同一符号を付してその説明を省略する。

【0073】図7中60は本実施例に係る圧力センサであり、また同図中61は非磁性材料よりなる筒状のハウジングである。

【0074】前記ハウジング61の上部には連通口に相当する流入口62が形成されている。この流入口62は、図示しない流体通路を介して例えば図示しない圧力制御室などに連通されている。またハウジング61の下部には、該ハウジング61の一部を構成する基台部63が設けられている。

10 【0075】前記基台部63の周縁部付近には排出口に相当する流出口64が、該基台部63を貫通して例えば周方向に等間隔に複数形成されている。そして、これら複数の流出口64は夫々図示しない流体通路を介して例えば図示しないリザーブタンクなどに連通されている。

【0076】また、基台部63の上面中央部付近には、永久磁石5を介して超磁歪材料、例えば  $Tb-Dy-Fe$  系材料よりなる円柱状の磁歪素子3が、例えば該磁歪素子3の中心軸(図3中、上下方向の軸)と前記ハウジング61の中心軸とが一致するように配設されている。

20 【0077】前記磁歪素子3の中心軸方向中央部付近の外周面と対向するハウジング61の内周面には、該内周面全周に亘って、例えばゴムなどの弾性体より成る断面三角形形状の突起体によって構成された弁部70が配設されている。そして、この弁部70の先端部(図7中、磁歪素子3に対向している頂点部)は、該先端部によって形成される円周の曲率が、ハウジング61内に流体が導入されていない状態、即ち磁歪素子3が中心軸方向に収縮している状態にある時の該磁歪素子3の外周面の曲率に対応するように形成されている。従って、弁部70はハウジング61内に流体が導入されていない状態、即ち磁歪素子3が収縮している状態では、図7に示すように該弁部70の先端部の全周に亘って磁歪素子3の外周面が当接して閉弁されるように成っている。一方、弁部70は、前記磁歪素子3が中心軸方向に伸長して該磁歪素子3の外周面の曲率が前記曲率よりも小さくなっている状態にある時は、該弁部70の先端部が磁歪素子3の外周面と離間して閉弁するように成っている。

40 【0078】また、既述した実施例と同様に(図4参照)、前記磁歪素子3と対向するハウジング61の外方側には磁歪素子3の磁化状態を検出する磁化状態検出手段に相当するピックアップコイル32が配設されていると共に、該ピックアップコイル32は積分器・電圧計33に接続されており、更にこのピックアップコイル32の外方側には、磁歪素子3を伸縮させるように磁界を印加する磁界印加手段に相当する磁界印加用コイル22が配設されていると共に、該磁界印加用コイル22は駆動回路23を介して前記積分器・電圧計33に接続されている。

50 【0079】尚、前記ピックアップコイル32、積分器・電圧計33、磁界印加用コイル及び駆動回路23は夫



々既述した実施例と同一に構成されていると共に、同一の機能を有している。

【0080】以下、本実施例の動作について図8を参照しながら説明する。図8は、本実施例の作用を説明するための作用説明図である。

【0081】磁歪素子3が収縮して弁部70が閉弁しているハウジング61内に、例えば図示しない圧力制御室より図示しない流体通路及び流入口62を介して流体が導入されると、磁歪素子3には流体の圧力Pに応じた圧力が印加される。そして、磁歪素子3にはこの応力に応じた歪が長手方向に発生し、磁歪素子3は長手方向に更に収縮して拡張するが、磁歪素子3は該磁歪素子3の外周面が弁部70の先端部全周に亘って当接しながら拡張するので弁部70の閉弁状態は維持される。この場合磁歪素子3の増径分は弁部70の弾性変形によって吸収される。

【0082】また前記磁歪素子3は、既述の実施例で述べたとおり自己に生じた歪に応じて磁化状態を変化させる素子であるため、前記長手方向の歪が生じた場合には、磁歪素子3から発生される長手方向の磁束密度が印加された応力に応じて変化する。この磁歪素子3から発生される磁束の長手方向の成分変化に伴い、ピックアップコイル32には誘導起電力Uが発生すると共に、積分器・電圧計33には該誘導起電力Uの積分値が電圧値Vとして出力されることによって、前記液体の圧力Pが電圧値Vに変換されて検出される。

【0083】そして、ハウジング61内に導入された流体の圧力値Pが熱膨張などによって、該流体の基準圧力値P<sub>0</sub>よりも高い圧力値P<sub>1</sub>となったときには、ピックアップコイル32に発生する誘導起電力Uが、流体の基準圧力値P<sub>0</sub>に対応した誘導起電力U<sub>0</sub>よりも高い起電力U<sub>1</sub>となると共に、積分器・電圧計33に出力される電圧値Vが、流体の圧力が基準圧力値P<sub>0</sub>であるときの前記誘導起電力U<sub>0</sub>に対応した基準電圧値V<sub>0</sub>よりも高い電圧値V<sub>1</sub>となる。そして積分器・電圧計33の電圧値Vが基準電圧値V<sub>0</sub>よりも高い電圧値V<sub>1</sub>を検出した時には、該積分器・電圧計33より駆動回路23に信号が出力されて駆動回路23が駆動し、この結果所定の交流電流が磁界印加用コイル22に供給され、磁界印加用コイル22はON状態となる。

【0084】一方、磁歪素子3は前記磁界印加用コイル22によって印加される磁界によって長手方向に伸長し、図8に示すように該磁歪素子3の外周面が弁部70の先端部より離間して弁部70が開弁される。この結果前記流体の一部が弁部70の下流側に流通すると共に、排出口64などを介して例えば図示しないリザーブタンクなどに排出される。

【0085】そして、前記流体の排出により弁部70の上流側の流体圧力が基準圧力P<sub>0</sub>となったとき、即ちピックアップコイル32の誘導起電力UがU<sub>0</sub>となると共

に、積分器・電圧計33の電圧値VがV<sub>0</sub>となったときには、駆動回路23の駆動が停止される。従って、磁界印加用コイル22より磁歪素子3への磁界の印加が停止するので、該磁歪素子3は長手方向に収縮しながら拡張し、該磁歪素子3の外周面が再び弁部70の先端部と当接して弁部70は閉弁される。この結果弁部70の上流側の液体の圧力は再び基準圧力P<sub>0</sub>に保持される。

【0086】このように本実施例の圧力センサ60は、上記の実施例と同様に高い信頼性の下に精度よく流体の圧力を検出することができる。また、流体の圧力検出値に基づいて磁界印加コイル22により磁歪素子3に磁界を印加し、該磁歪素子3を伸縮させることによって弁部70を開弁して該流体を所定の圧力に保持することができるので別途圧力調整用のアクチュエータ機構を設ける必要がない。更に、磁歪素子3は流体の圧力を該磁歪素子3自身で受けて変形するので従来構成の圧力センサで生じ易かった軸と非晶質磁性合金との剥離といった既述の不都合を回避することができる。

【0087】尚、本実施例において、磁化状態検出手段としてはピックアップコイル22に限定されるものではなく、上記の実施例(図1参照)と同様図9に示すように例えばホール素子32などであっても良い。この場合、このホール素子は上記実施例と同様にガウスメータ21及び駆動回路23を介して磁化印加用コイル22に接続される。

【0088】また、連通口62及び排出口64は夫々1及び2以上に限られるものではなく、各々1または2以上であってもよい。そして排出口64が複数の場合には、本実施例のようにこれら複数の排出口64の各々が基台部63に形成されている場合に限られるものではなく、例えば図10に示すように基台部63に形成されていると共に、ケーシング61の下面に形成されていてもよい。

【0089】更に、ケーシング61の材料としては非磁性材料であればよいが、特に高応答性が要求される場合には非金属材料が望ましい。

【0090】更に、また、弁部70の形状としては断面三角形に限られるものではなく、該弁部70の先端部が全周に亘って磁歪素子3の外周面と当接する形状であれば良く、例えば断面半円形状であっても良いし、また弁部70は弾性体より成るものに限られるものではない。

【0091】

【発明の効果】上述の如く、請求項1記載の発明によれば、従来構成の圧力センサが有していた、構造上剥がれを生ずるような固着部を廃止した構成で、高精度の圧力検出を行うことができる。このため、圧力センサとして高精度な圧力検出ができると共に、高い信頼性の確保が可能となる。

【0092】また、請求項2記載の発明によれば、圧力

センサと流体の圧力増圧用アクチュエータとを一体で構成することが可能となる。つまり、圧力を高い信頼性の下に精度よく一定の値に保持することが要求されるシステムに適用する際に、従来の構成のように圧力センサと圧力調整用アクチュエータとを別個に設ける必要がなくなる。従って、本発明によればこのようなシステムの簡単化ができ、コストの低減及びシステムの組み付け性を画期的に向上させることができるという特長を有している。

【0093】更に、請求項3記載の発明によれば、請求項1記載の発明と同様に、構造上剥がれを生ずるような固着部を廃止した構成であるので、圧力センサとして高性度な圧力検出ができると共に、高い信頼性の確保が可能となる。また、流体の圧力を所定の圧力に保持できるので圧力を高い信頼性の下に精度よく一定の値に保持することが要求されるシステムに適用する際に請求項2記載の発明と同様に、システムの簡単化及びコストの低減を図ることができると共に、システムの組み付け性を画期的に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る磁歪素子を用いた圧力センサの一実施例の構成図である。

【図2】本実施例における磁歪素子の応力-磁束変化特性を表すグラフである。

【図3】磁歪素子の初磁化特性を表すグラフである。

【図4】本発明に係る磁歪素子を用いた圧力センサの他の実施例の構成図である。

【図5】本実施例の変形例（その1）の構成図である。

【図6】本実施例の変形例（その2）の構成図である。\*

\*【図7】本発明に係る磁歪素子を用いた圧力センサの更に他の実施例の構成図である。

【図8】本実施例の作用を説明するための作用説明図である。

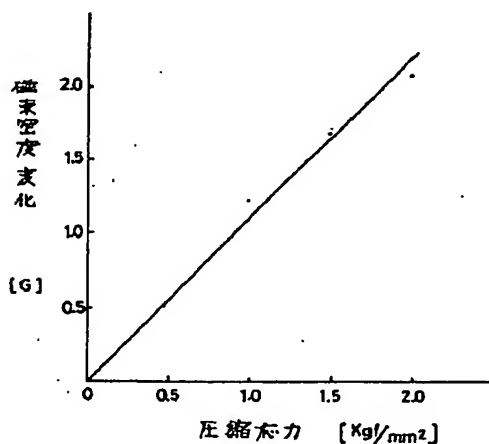
【図9】本実施例の変形例（その1）の構成図である。

【図10】本実施例の変形例（その2）の構成図である。

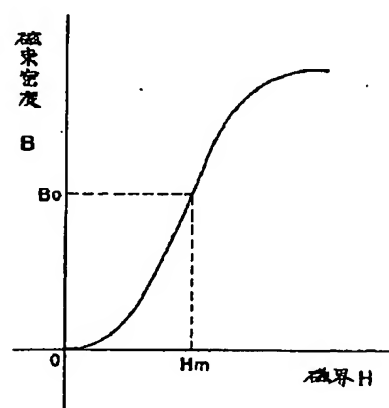
【符号の説明】

- 1, 31, 41, 51, 60 圧力センサ
- 2, 61 ハウジング
- 3 磁歪素子
- 4 永久磁石
- 5 ピストン
- 9 オンオフ弁
- 11 圧力制御室
- 12, 14 逆止弁
- 16 リザーブタンク
- 17 定圧開放弁
- 20 ホール素子
- 21 ガウスメータ
- 22 磁界印加用コイル
- 23 駆動回路
- 25 油圧システム
- 32 ビックアップコイル
- 33 積分器・電圧計
- 42 軟磁性体
- 62 連通口
- 64 排出口

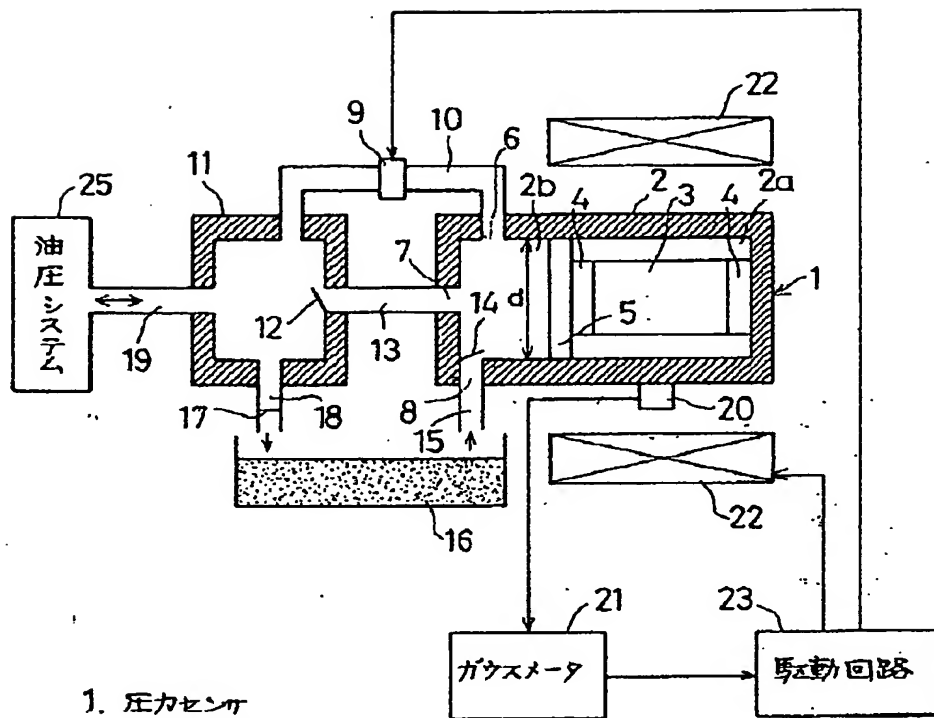
【図2】



【図3】



【図1】

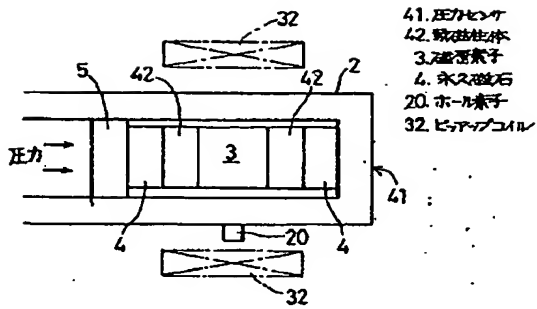


- 1. 圧力センサ
- 2. ハウジング
- 3. 磁歪素子
- 4. 永久磁石
- 5. ピストン
- 6. 流入口
- 7. 流出口
- 8. 補給口
- 9. オンオフ弁
- 10.13.15.18.19. 流体通路
- 11. 圧力制御室
- 12.14. 逆止弁
- 16. リザーブタンク
- 17. 定圧開放弁

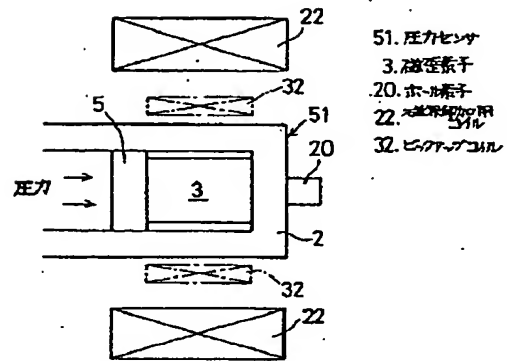
31. 圧力センサ

31. 圧力センサ
32. ビックアップコイル
2. ハウジング
3. 磁歪素子
4. 永久磁石
5. ピストン
6. 流入口
7. 流出口
8. 補給口
9. オンオフ弁
- 10.13.15.18.19. 流体通路
11. 圧力制御弁
- 12.14. 閉止弁
16. リザーブタンク
17. 定圧開放弁

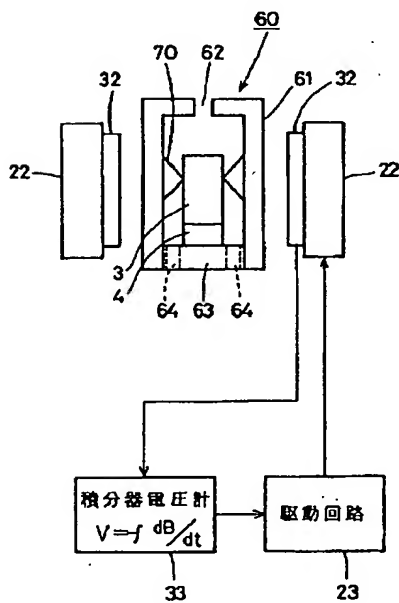
【図5】



【図6】

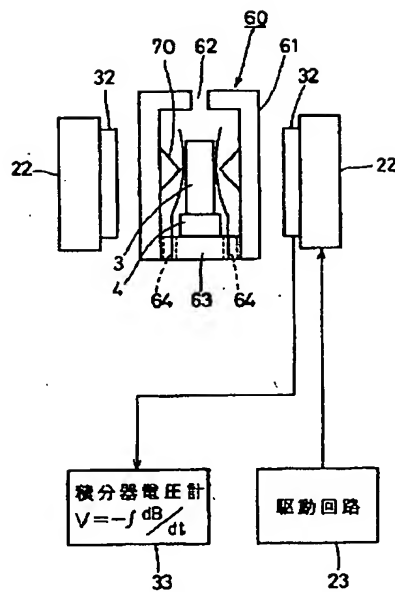


【図7】

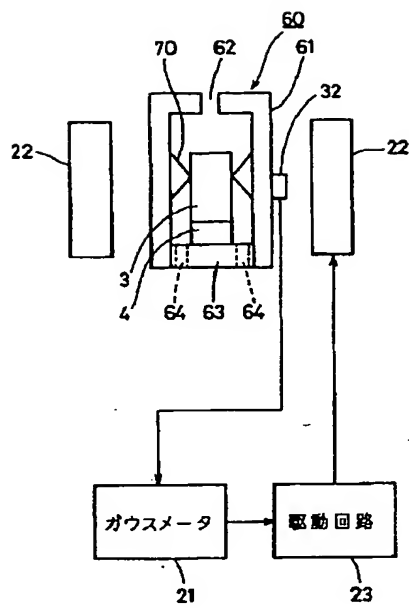


- |              |        |
|--------------|--------|
| 3 磁歪素子       | 62 連通口 |
| 22 磁界印加用コイル  | 64 排出口 |
| 32 ピックアップコイル | 70 弁部  |
| 60 圧力センサ     |        |
| 61ハウジング      |        |

【図8】



【図9】



【図10】

